Nr 5. Warszawa, 3 maja 1927 r. Rok V.

# TECHNIKA CIEPLNA

Organ Stowarzyszenia Dozoru Kotłów w Warszawie.

*Redaktor:* Inż. techn. **JAN KOMARNICKI.**

*Wydawca:* **Stowarzyszenie Dozoru Kotłów w Warszawie.**



W. BOROWICZ, Prof. Dr. inż. Lwów.

## PRZYCZYNEK DO WYBORU CIŚNIENIA I TEMPERATURY PARY DOLOTOWEJ W TURBINACH PAROWYCH.

Kwestja *wysokich ciśnień i temperatury pary dolotowej* jest bezsprzecznie bardzo doniosła i teoretyczne dociekania, wykazujące duże korzyści pary wysokoprężnej, najzupełniej potwierdzone zostały przez liczne doświadczenia, zebrane na podstawie długich i dokładnych prób. Wspomnę tu tylko o turbinie w S. A. des Centrales Electriques des Flandres w Langerbrügge (Belgja), zamówionej w sierpniu 1923 r. w zakładach Brown, Boveri & Co: $p_1 = 51$ ata, $t_1 = 442^0$ $C$, $p_2 = 20$ ata. Turbina ta obecnie[1]) już ma poza sobą przeszło 5000 godzin pracy, a w przeciągu trzech miesięcy pracowała po 24 godz. na dobę. Sama turbina nie dała żadnych powodów do zatrzymania jej biegu, przyczem wykazała bardzo znaczne korzyści w wydajności pracy oraz zaoszczędzeniu węgla.

W początku 1925 r.[2]) zajęto się w Ameryce sprawą budowy turbiny dla 85 at i $t = 382^0$ $C$ pary dolotowej o mocy 7000 kW. W początkach listopada 1925 r. turbina ta została uruchomiona w centrali Lakeside, należącej do Milwaukee Electric Railway and Light Co[3]). Pozatem ustawione są turbiny o wysokiej prężności pary u Schmidta w Cassel na 60 at, u Borsig'a w Tegel na 100 at, w zakładach Hanomag w Hannowerze na 105 at i u braci Sulzer w Winterthur na 110 at. Firma Escher Wyss & Cie w Zurychu zbudowała również turbinę o 100 at i 400° $C$, która od dłuższego czasu znajduje się w ruchu w fabryce Siemens-Schuckert, Berlin. Niektóre fabryki turbin nie zatrzymują się przy 100 at i idą jeszcze dalej w swych dążeniach. Tak np. Escher Wyss & Cie ma na ukończeniu turbinę na 180 at i 420° $C$, a Maschinenbauanstalt Humboldt, Köln-Kalk wystawiła na jesiennej wystawie w Kolonji turbinę 800 KM do 200 at ciśnienia pary dolotowej. Jednak wszystkie te turbiny należą jeszcze do serji próbnych, które już częściowo wykazały, że zasadniczo, ze stanowiska budowy kotłów i turbin, t. j. ze strony technicznej, *żadnej trudności w stosowaniu wysokiej i najwyższej prężności pary niema.*

Rozpatrzę teraz sprawę *rentowności gospodarki energetycznej* przy stosowaniu wysoko-

[1]) *V. D. I. Nachrichten* Nr. 7. 1927.

[2]) *V. D. I. Nachrichten* Nr. 8. 1925.

[3]) *Electrical World* 20.XI 1926.

prężnej pary. Pomimo, że teoretyczne badania oraz doświadczenia laboratoryjne i praktyczne wykazały, że koszta paliwa na kW godz. zmniejszają się wraz z wzrostem prężności pary dolotowej to jednak wogóle jeszcze dosyć rzadko spotykamy zakłady, w których ciśnienie pary przekraczałoby 35 do 40 at. Okazuje się, że przy bardzo wysokich prężnościach pary dolotowej koszta urządzenia są znacznie wyższe niż przy instalacjach o niższych prężnościach pary.

Oszczędność na paliwie przy wysokiej prężności pary wyrównywa się z powiększonemi kosztami amortyzacji i oprocentowania wyłożonego na inwestycje kapitału. Przy jeszcze wyższych prężnościach natomiast koszt amortyzacji i oprocentowania przewyższa oszczędności na paliwie — dochodzimy więc do wniosku, że takie prężności już się nie opłacają w praktyce. Granica rentowności zależy od wielu czynników, między innemi od ceny węgla w danym kraju, ceny turbin (tu gra rolę również wysokość cła wwozowego) i niemniej zależy od „ceny" kapitału. Przechodząc do realnego przykładu, przyjmiemy amortyzację i oprocentowanie kapitału w wysokości 20%, następnie średnie obciążenie silnika 80% jego normalnej mocy; dochodzimy wtedy do wniosku, że przy cenach węgla w Polsce około 0,532 gr. za 1000 kaloryj paliwa najekonomiczniejsze ciśnienia (przy pracy z kondensacją) będą:

*Przy 24-godzinnej pracy:*

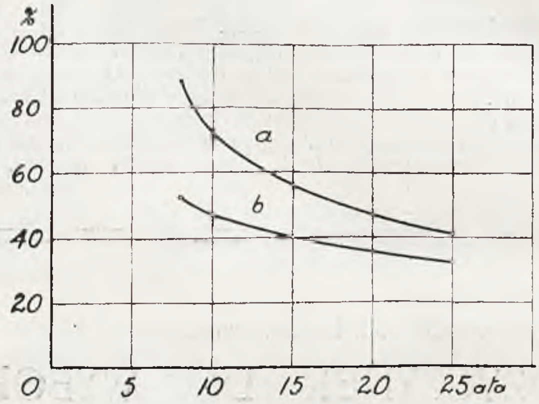
| | | | |
|---|---|---|---|
| dla turbin | 1000 kW | 5000 kW | 10.000 kW |
| $p_1$ = | 19,5 ata[1]) | 28,5 ata[1]) | 33,5 ata[1]) |

*Przy 8-godzinnej pracy:*

| | | | |
|---|---|---|---|
| dla turbin | 1000 kW | 5000 kW | 10.000 kW |
| $p_1$ = | 16 ata | 16 ata | 19,5 ata |

Powyższe obliczenia[2]) znajdują potwierdzenie w praktyce. Widzimy cały szereg elektrowni, zbudowanych w ostatnich czasach w Europie, które pomimo swej bardzo dużej mocy są obliczone na ciśnienie pary od 25 do 35 at. Amerykanie są jeszcze ostrożniejsi: Centrala w Nowym Yorku posiada kotły tylko dla 21 do 23 at najwyżej 29 at i tylko nieliczne centrale, które można nazwać próbnemi, pracują parą o prężności między 35 a 40 at[3]). Chcę tu jeszcze przytoczyć, że rekordowa turbina parowa, budowana obecnie przez B. B. C. dla New York Edison Co w Hell Gate o 160.000 kW w dwóch osłonach, jest obliczona na 19,6 ata i 325° $C$[4]). Według Power (28.XI 1926) dla dzisiejszych warunków amerykańskich podwyższenie prężności ponad 30 at nie przynosi naogół korzyści gospodarczych[1]). Zastosowanie 35 at ew. wyższych ciśnień pary dolotowej (przy pracy z kondensacją) jest tylko tam usprawiedliwione, gdzie istniejące zakłady mają być zmodernizowane przez postawienie t. zw. turbin czołowych, albo jeżeli bardzo duże jednostki mają się obracać z szybkością 3.000 obr. na minutę. Te wypadki należy jednak zaliczyć do anormalnych.

Przechodząc do *turbin przemysłowych* t. j. *turbin z pobieraniem pary* i *przeciwprężnych*, trzeba zaznaczyć, że tu wysokoprężna para ma większe widoki powodzenia niż przy turbinach kondensacyjnych. Lecz dla każdej poszczególnej gałęzi przemysłu należy uwzględnić wszystkie czynniki, które wchodzą w rachubę przy określaniu najwyższej temperatury oraz ciśnienia pary dolotowej w tym celu, aby cały zakład pracował najsprawniej. Objaśnię to na przykładzie *cukrowni*. W tym przypadku para odlotowa z turbiny tylko w części zaspokaja ogólne zapotrzebowanie pary grzejnej, ponieważ zużycie energji elektrycznej w cukrowniach jest stosunkowo nie duże i wynosi przeciętnie 1,4 kW na przerób 100 kg. buraków na godz. Udział pary odlotowej z turbiny w ogólnem zużyciu pary jest zależny również od systemu wyparki. Na wykresie (rys. 1) krzywa „*a*" ilustruje system wyparki pracującej z nadciśnieniem, krzywa zaś „*b*" przedstawia stan rzeczy przy użyciu systemu mieszanego (pierwszy dział pracuje z nadciśnieniem, następne z podciśnieniem [2]). Okazuje się, że przy pierwszym systemie wyparki oraz przy parze dolotowej 8 ata $t_1 = 270°\ C$ i odlotowej parze $p_1 = 3$ ata turbina dostarcza w swej parze odlotowej 88% ogólnego zapotrzebowania ciepła i tylko 12% ciepła musimy dostarczyć w formie niskoprężnej pary. O ile postawimy turbinę zasilaną parą $p_1 = 25$ ata, $t_1 = 370°\ C$, $p_2 = 3$ ata będziemy musieli 58,4% zapotrzebowania ciepła pokrywać parą




Rys. 1.

¹) Ciśnienie przy turbinie.

²) Archiv für Wärmewirtschaft 1927 str. 48.

³) Kraft, Amerikas Dampfturbinenbau str. 4.

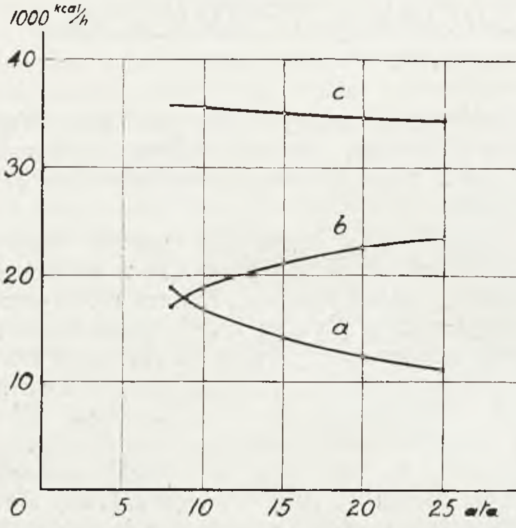
⁴) Pewną rolę przy rachubie ciśnienia grało tu ciśnienie robocze zainstalowanych już poprzednio kotłów (przyp. Red.).

¹) Przegląd Techniczny 1927 str. 143.

²) Schiebl, Wärmewirtschaft in der Zuckerindustrie str. 26.

niskoprężną. Przy systemie „*b*“ wyparki mieszanej udział pary odlotowej z turbiny w ogólnem zużyciu przedstawia się jeszcze mniej korzystnie. Ustawienie kotła niskoprężnego staje się aktualnem, gdy 40% ogólnego zużycia pary musimy pokrywać parą niskoprężną. Dławienie pary niskoprężnej do 4 najwyżej 6 ata jest z tego powodu niewskazane, że otrzymujemy po dławieniu parę znacznie przegrzaną, co dla procesu grzejnego w cukrownictwie jest szkodliwe. Wskazane jest przegrzanie (na miejscu zapotrzebowania) tylko około 30 — 50° *C*.

Po rozpatrzeniu powyższych przyczyn staje się jasnem, czemu w Niemczech cały szereg cukrowni otrzymał turbiny dla pary o ciśnieniu tylko 8,5 ata do 10 ata, o ile trzeba było zastosować je do istniejących kotłów, oraz turbiny do 15 ata, o ile wchodzą w rachubę nowe kotły. Jeżeli rozpatrzymy ogólne zużycie ciepła w cukrowniach, to przekonamy się, że pewną oszczędność można osiągnąć przy wprowadzeniu turbin dla wysokoprężnej pary (rys. 2, krzywa c.). Krzywa *a* przedstawia wartość cieplną pary odlotowej z turbiny, którą można wyzyskać do celów grzejnych. Krzywa *b* przedstawia ilość ciepła, którą trzeba pozatem jeszcze dostarczyć. Krzywa *c* daje ogólne zużycie ciepła przy mieszanym systemie wyparki. Widocznie pod wpływem tych rozważań cukrownie w Witaszycach i Gostyniu ustawiły u siebie turbiny (wyrobu *BBC*) z parą dolotową 19,5 ata. Cukrownia w Kościanie natomiast drugą z rzędu turbinę 1100 k*W*, $n$ — 7500, ustawiła w roku 1925 dla prężności pary dolotowej 22 ata i 310° *C* i $p_2$ = 3,2 ata.




Rys. 2.

Z punktu widzenia racjonalnej gospodarki cieplnej wskazane jest ustawienie obok kotła wysokoprężnego cieplarki Ruths'a, która przyjmowałaby nadmiar pary i dawała potrzebną parę niskoprężną. Cieplarka Ruths'a w zastosowaniu do cukrownictwa pozwala zastosować o 10% mniejszy kocioł oraz daje ok. 25% oszczędności paliwa w porównaniu z zakładem o dwóch kotłach: wysokoprężnym i niskoprężnym i bez cieplarki. Tak przedstawia się rzecz z punktu widzenia ekonomji w gospodarce cieplnej.

Przechodząc do rozważania rentowności całego zakładu należy obliczyć, czy oszczędności na węglu przy wysokoprężnej parze są tak znaczne, aby pokrywały one oprocentowanie większego kapitału, wyłożonego na zakup wysokoprężnego kotła oraz turbiny. Jeżeli np. porównamy różne prężności pary $p_1$ = 8 10 15 20 25 ata

$t_1$ = 270 280 300 330 370°*C*

i obliczymy dla tych wypadków koszt węgla i amortyzacji kapitału, użytego na te inwestycje, to okaże się, że suma tych wartości przy pewnej prężności pary będzie wykazywała minimum. Przy tej prężności pary zakład będzie pracować najkorzystniej a wyższe prężności będą już nieekonomiczne. Wiadomo, że ceny kompletnego kotła razem z rurociągami wzrastają o 1 do 2% na każdą atmosferę ciśnienia pary, a ceny turbiny wzrastają w prostym stosunku do wyzyskanego w nich spadku cieplnego. Z drugiej zaś strony stosowanie wysokoprężnej pary— jak to widzimy z przebiegu krzywej *c* na rys. 2— w cukrownictwie daje (z punktu widzenia gospodarki cieplnej) stosunkowo małe korzyści. Z tego wynika, że ze stanowiska finansowego nie można spodziewać się wielkich korzyści od stosowania w przemyśle cukrowniczym wysokoprężnej pary.

Zupełnie inaczej przedstawia się sprawa, jeżeli cukrownia ma możność włączenia się do sieci elektrowni okręgowej, aby całą nadwyżkę swej mocy elektrycznej oddawać na sieć. Wtedy jest ona w możności całe swe zapotrzebowanie pary grzejnej pobierać z odlotu turbiny. Gospodarka finansowa takiej cukrowni znacznie się poprawia. Cukrownia może wtedy ustawić u siebie znacznie większy zespół turbinowy, a dochód, osiągnięty ze sprzedanej energji, pokrywa całkowite koszta opału.

Powracając do przykładu cukrowni, która przy dotychczasowym systemie pracy ustawiła u siebie 1000 k*W* turbinę dla 25 ata i 350° *C* oraz cieplarkę Ruths'a, stwierdzimy, że przy tych nowych warunkach pracy będzie ona mogła ustawić 2500 k*W* turbinę. Sprzedając nadwyżkę prądu po cenie około 6,5 gr. za 1 k*Wh*, cukrownia pokryje całkowicie swe koszta opału.

Takiego typu cukrownie spotykamy w Czechach (Nestomitz, Rohrbach i Grussbach) oraz dwie w Niemczech przy $p_1$ = 21 do 23 ata, które mogą służyć jako przykład zakładów wzorowo założonych tak pod względem gospodarki cieplnej jak finansowej.

Powyższe rozważania doprowadziły do wyniku, że w cukrowniach za najwyższe dopuszczalne ciśnienie pary dolotowej możemy 25 ata i 350° *C* przy zastosowaniu turbin przeciwprężnych.

Stosowanie turbin przeciwprężnych *w przemyśle papierniczym* prowadzi do podobnych wyników. Tu na podstawie dokładnych obliczeń, opartych na danych z praktyki, okazało się[1]), że w dzisiejszych warunkach podwyższenie ciśnienia pary dolotowej ponad 30 ata i 400° *C* nie przedstawia ekonomicznych korzyści, o ile przyjąć pod uwagę całokształt zakładu, licząc 15% na oprocentowanie i amortyzację kapitału zakładowego oraz 5% na utrzymanie zakładu.

Z tych przykładów wynika, że ogromne korzyści, wykazywane w samej tylko sprawności turbiny przy stosowaniu wysokiej prężności pary dolotowej zmniejszają się znacznie przy rozpatrzeniu wszystkich czynników dla całego zakładu. Jest wobec tego wskazanem zachować pewną rezerwę przy projektowaniu zakładów cieplnych, zasilanych parą wysokoprężną.

[1]) Power 28. XII. 26.

I. FESZCZENKO-CZOPIWSKI, prof. Akad. Górn. w Krakowie.

# WYTRZYMAŁOŚĆ i TWARDOŚĆ SZWA SPAWANEGO, PRZYCZYNY TEJ TWARDOŚCI i PRÓBY UJEDNORODNIENIA SZWÓW SPAWANIA PRZEZ OBRÓBKĘ TERMICZNĄ.

por. *Technika Cieplna*, r. 1927, str. 20.

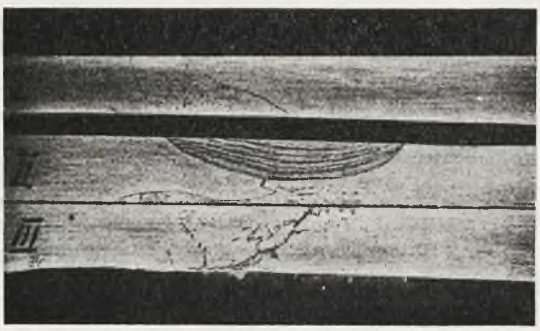
## C. Trwałość szwa spawanego gazem wodnym.

§ 48. Średni skład gazu wodnego przedstawia się, jak wiadomo, następująco:

| | | | |
|---|---|---|---|
| $H_2$ | = 48,5% | normalne wahania | 44 — 51% |
| $CO$ | = 42% | „ „ | 39 — 44% |
| $CO_2$ | = 5% | „ „ | 3 — 7% |
| $N_2$ | = 4% | „ „ | 3 — 6% |
| $CH_4$ | = 0,5% | „ „ | 0,2 — 0,8% |

Wartość opałowa wynosi 2500 *Kcal*, a temperatura płomienia jest niższa od temperatury palnika acetylenowego. Wodny gaz daje płomień nieświecący, a proces spawania gazem wodnym przeprowadza się przeważnie na nakładkę.

Spawanie gazem wodnym ma szerokie zastosowanie technologiczne. Bezpośrednio po procesie tym następuje kucie. Natychmiastowe przekuwanie miejsc spawanych gazem wodnym stanowi nieodłączną część procesu spawania. Dlatego też styki spawanych gazem wodnym metali przygotowuje się w taki sposób, by spawanie można było wykonać na nakładkę. Stąd istotny szew spawania przedstawia się w postaci linji prostej albo linji przy kuciu nieco odkształconej (por. rys. 75 wielkość naturalna). Można go zawsze łatwo wywołać przez wytrawienie polerowanej powierzchni znanym odczynnikiem *Heyn'a* i *Bauer'a* (wodny roztwór chlorku amino-miedziowego), używanego powszechnie dla celów makrografji.



Rys. 75.

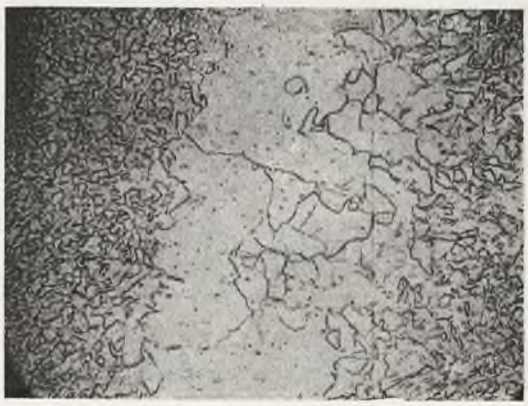
Istotny szew spawania gazem wodnym (szew w nakładce) nie pochodzi w odróżnieniu od istotnego szwu spawania łukiem elektrycznym lub acetylenem z płynnej fazy; spawanie w tym wypadku odbywa się jedynie na rachunek doskonałego ujednorodnienia podczas kucia miejsc spawanych i ogrzanych do rozmiękczenia. W naszych badaniach szerokość szwu wahała się w granicach 30 — 60 *mm* (np. w rurach spawanych o grubości ścian 12 *mm*) i zwiększała się w miarę zwiększania grubości spawanych ścianek. Zwykle dość szerokie obszary materjału, znajdującego się po obu stronach istotnego szwa spawania zostają przegrzane do stosunkowo wysokich temperatur, a następnie poddawane przekuwaniu. W ten sposób całkowita strefa spawania z istotnym szwem spawania w środku, poddana podczas spawania obróbce termicznej i mechanicznej wynosiła w badanych przez nas materjałach (o grubości 12 *mm*) około 150 *mm*, t. j. po 50 — 60 *mm* w obie strony od istotnego szwu spawania (a szew ten może być większym lub mniejszym w zależności od wielkości nałożenia styków spawanych). Widoczna granica spawania, oddzielająca strefy odkształcone przy przekuwaniu i częściowo rekrystalizowane od strefy materjału niepoddanego ani termicznej ani mechanicznej obróbce ginie gdzieś głęboko.

Wskutek zastosowania do miejsc spawanych kucia na gorąco, miejsca znajdujące się w strefie spawania gazem wodnym stają się często nieco cieńsze od pierwotnej swej grubości. Strata ta w naszych badaniach dochodziła do 12 i nawet do 20% pierwotnej grubości. Jest to bardzo pospolite następstwo spawania gazem wodnym, na które nie zwraca się jakoś większej uwagi. A jed-

nak istnienie takiej straty grubości pociąga za sobą automatycznie osłabienie materjału i tak już osłabionego przez sam szew spawania.

§ 49. W § 47 zastanawialiśmy się już nad dobroczynnym wpływem kucia na trwałość szwu spawanego. Z tego powodu, wychodząc z faktu zastosowania kucia w celu ujednorodnienia miejsc spawania, możnaby się było spodziewać, że szew spawany gazem wodnym będzie wykazywał jak najlepsze właściwości mechaniczne. Proces spawania gazem wodnym polega raczej na zgrzewaniu niż na stapianiu, a istota jego odpowiada typowym procesom obróbki kuźnicznej. Stąd wynikają zalety i wady tego procesu. Do jego zalet należy zaliczyć brak strukturalnie zarysowanego szwu, jak to mieliśmy sposobność zaobserwować w wypadkach spawania elektrycznego (por. rys. 43, 44, 56 i 59) i acetylenowego. Do wad zaliczyć należy, że wszelkie istniejące albo i powstałe na powierzchni miejsc spawanych tlenki wgniecione zostają przy kuciu wgłąb i zasklepiają się w masie metalu. Większa część porów również zasklepia się podczas kucia. Pomimo to jednak większe ilości tlenków pozostają w strefie istotnego szwu spawania. Na podłużnych przekrojach trzech próbek, spawanych gazem wodnym (por. rys. 75), przedstawiono wszelkie możliwe wypadki bardziej lub mniej udatnego spawania. Obrazy te wyraźnie pokazują, jak głęboko w szew spawania mogą być wtłoczone tlenki. Zwłaszcza pouczającym obrazem jest blacha środkowa, gdzie istotny szew spawania jest bardzo skomplikowany i szeroki a na wierzchu leży szeroka warstwa materjału zmieszanego z tlenkami. Za to pierwsza blacha przedstawia idealny wypadek spawania z góry i z dołu blachy. Nawet dłuższe wytrawienie nie ujawniło granicy spawania. Jednakże wypadki takiego całkowitego ujednorodnienia szwu są rzadkie, tembardziej, że po tak silnym zgniocie w temperaturach poniżej $A_3$, a przy wodnem spawaniu kucie często przeciąga się i nolens volens kończy się poniżej temperatury przemian allotropowych, otwiera się szerokie pole do rekrystalizowania ziaren odpowiednio odkształconych, co widzimy na mikrofotografji № 76, 77, 78 i 79.

§ 50. W wypadkach udatniejszego spawania gazem wodnym możemy zamiast rzeczywistej granicy spawania (por. § 32) spostrzec pod mikroskopem jedynie widoczną granicę spawania, t. j. strefę rozrastających się ziaren (por. rys. 76 i 77), z wtrąconemi w nią w większej lub mniejszej ilości drobnemi żużlami. Szerokość widocznej granicy (strefy rozrastania) zależy od szybkości ochładzania; im mniejszą jest szybkość ochładzania, tem dłużej przebywa materjał w temperaturach rozrastania ziaren (szczegóły por. § 10) i w tym większym stopniu mogą się ziarna rozrastać. Próbka, z której wykonano trawionkę 76 odznacza się bardziej szeroką granicą spawania, a to oznacza, że odpowiednie miejsca stygły stosunkowo powoli. Rys. 77 przedstawia miejsce, wzięte z próbki szybko przeprowadzonej przez zakres



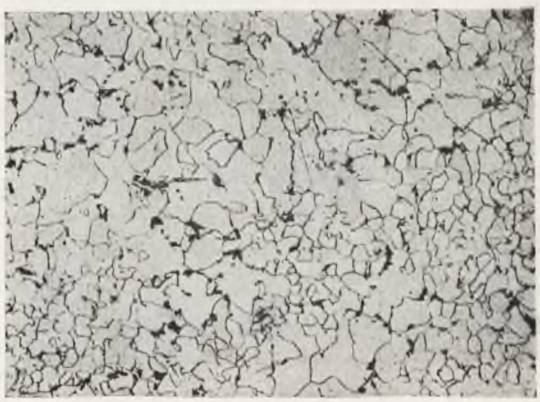
Rys. 76.

temperatur rozrastania, co spowodowało powstanie wąskiej strefy rekrystalizowanej.



Rys. 77.

Rys. 78, 79, 80, 81, 82, (pow 65), przedstawiają wnętrze widocznego szwu spawania, wy-



Rys. 78.

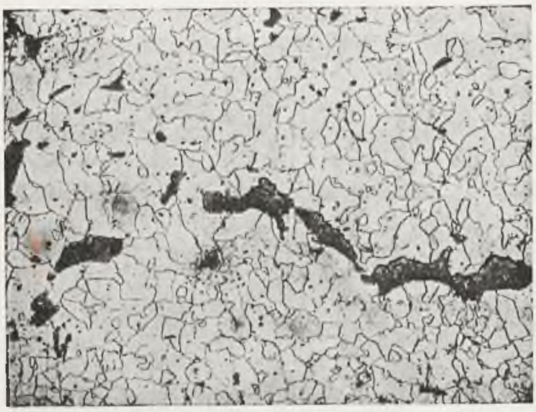
pełnione w mniejszym lub większym stopniu żużlami. Dla tej kategorji wad spawania jest rzeczą

charakterystyczną, że żużle nie wykazują jakiejkolwiek prawidłowości w swym układzie; odwrot-



Rys. 79.

nie są one jak gdyby chaotycznie rozrzucone na całej grubości szwu spawania; jest to wynikiem



Rys. 80.

kucia. Rozmieszczone w ten sposób żużle rzadko przedstawiają wieksze skupienia (por. rys. 48, 49,



Rys. 81.

50, 51, 52, 74); wtrącenia żużlowe są zwykle połamane podczas kucia i chociaż obecność ich mechanicznie osłabia materjał, rzadko jednak

tworzą one jakieś ostro ograniczone płaszczyzny słabizny. Wyjątek stanowią rys. 83 i 84, (pow.



Rys. 82.

65), gdzie przedstawiono rzeczywisty szew spawania, a w nim granicę spawania. Na rys. 83



Rys. 83.

żel, a pod nim nieprzekutą masę spawanego ma-
widzimy na granicy spawania długi jednolity żu-



Rys. 84.

terjału (porównaj rys. 49, 47, 54, i 56). Na rys. 84 granica spawania jest wypełniona wielką ilością drobnych i grubszych tlenków. *(d. c. n.)*

I. GRUSZCZYŃSKI, inż.

# PRZYWÓZ Z ZAGRANICY KOTŁÓW PAROWYCH I SILNIKÓW.[1]

Z wydawnictwa Głównego Urzędu Statystycznego „Handel zagraniczny Rzeczypospolitej Polskiej" notujemy szereg liczb, ilustrującach przywóz do Polski kotłów parowych i silników w ciągu 1925 i 1926 roku.

TABELA 1.

**Kotły parowe i ich części [2]).**

| | Przedmiot | r. 1925 | | r. 1926 | | Zmiany % w porównaniu do 1925 r. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | kwint. | tys. zł. | kwint. | tys. zł. | | |
| 1 | Kotły nierurkowe i bez przegrzewaczy | 2624 | 191 | 2415 | 728 | — 8% | +221% |
| 2 | Kotły płomienne | 11 | 1 | | | | |
| 3 | Kotły wodnorurkowe. | 7589 | 488 | 4185 | 654 | —45% | + 34% |
| 4 | Przegrzewacze pary | 619 | 44 | 993 | 212 | —60% | +382% |
| 5 | Ekonomizery | 1564 | 117 | 2163 | 181 | +38% | + 55% |
| 6 | Ruszty mechaniczne | 1346 | 80 | 554 | 126 | —59% | + 57% |
| | Razem | 13753 | 921 | 10310 | 1901 | —25% | +106% |

TABELA 2.

**Kotły parowe i ich części.**

| | Większe pozycje przywozu według państw | | r. 1925 | | r. 1926 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Przedmiot | Państwo | kwint. | % | kwint. | % |
| 1 | Kotły nierurkowe i bez przegrzewaczy | Anglja | 651 | 25 | 1193 | 49 |
| | | Czech.-Słow. | 1452 | 55 | 1101 | 45 |
| | | Niemcy | 395 | 15 | 62 | 3 |
| 2 | Kotły wodnorurkowe | Anglja | 1174 | 15 | 3935 | 94 |
| | | Niemcy | 4989 | 66 | 241 | 5 |
| | | Czech.-Słow. | 1296 | 17 | — | — |
| 4 | Przegrzewacze parowe | Niemcy | 335 | 54 | 517 | 52 |
| | | Czech.-Słow. | 218 | 35 | 437 | 44 |
| 5 | Ekonomizery | Niemcy | 304 | 19 | 1202 | 55 |
| | | Czech.-Słow. | 996 | 64 | 805 | 36 |
| | | Austrja | — | — | 156 | 8 |
| 6 | Ruszty mechaniczne | Anglja | 338 | 28 | 297 | 54 |
| | | Austrja | 195 | 14 | 182 | 35 |
| | | Czech.-Słow. | 607 | 45 | 43 | 8 |

1) por. artykuł tegoż autora w *Technice Cieplnej*, 1926 r. str. 105.

2) Wartość przywozu podana została w złotych obiegowych, zgodnie z notowaniami Głównego Urządu Statystycznego. Daje to przy porównaniu liczb przywozu do lat poprzednich obraz zniekształcony, gdyż w roku 1924 złote obiegowe, odpowiadały frankom szwajcarskim, w roku 1926 stały już o 70% mniej, w roku zaś 1925 średnio około 35% mniej w stosunku do wartości, wyrażonej we frankach szwajcarskich.

Na pozycje przywozu, niezależnie od ogólnych konjunktur wpłynęły dwa czynniki natury gospodarczej: rozpoczęcie z dn. 1 sierpnia 1925 roku wojny celnej z Niemcami, a więc zaliczenie pozycji 152 polskiej taryfy celnej, obejmującej kotły parowe i ich części, do towarów, zakazanych do przywozu z Niemiec, a kontyngentowanych dla innych państw, oraz załamanie się waluty naszej w tym samym okresie.

Pierwszy z tych czynników zmusił konsumentów do pokrywania swych zapotrzebowań poza Niemcami, co zmniejszyło udział Niemiec w przywozie kotłów nierurkowych pod względem wagi z 15% na 3%, a wodnorurkowych z 66% na 5% na korzyść Anglji, która osiągnęła udział 49% zamiast 25% dla pierwszej kategorji kotłów, a 94% zamiast 15% dla drugiej z nich.

Z powyższych przesłanek wysnuć można wniosek, że wytwórczości krajowej zagraża obecnie konkurencja angielska i czechosłowacka, niemiecka zaś tylko w dziale przegrzewaczy i ekonomizerów. jak to ilustruje podana wyżej tabela 2.

Zjawisko to napozór niezrozumiałe tłomaczy się tem, że niektóre fabryki krajowe zajęły się montażem kotłów parowych, sprowadzanych jako części z Anglji i Czechosłowacji, korzystając przytem z dogodnych warunków kredytowych.

Czynnikiem wpływającym na produkcję powyższego rodzaju jest dewaloryzacja autonomicznych stawek celnych jaka wytworzyła się skutkiem spadku wartości złotego.

W przywozie przegrzewaczy pary i ekonomizerów w r. 1926 zajęły Niemcy pierwsze miejsce, dostarczając przegrzewaczy na kwotę zł. 212000, ekonomizerów zaś za zł. 181000, dzięki dewaloryzacji stawek celnych oraz udzielaniu przez odnośne władze pozwoleń przywozowych, pomimo że wyroby te należą do kategorji zakazanych do przywozu z Niemiec.

Zainteresowane wytwórnie powinny wdrożyć energiczne starania w Min. Przemysłu i Handlu, by zakaz przywozu, objętych pozycją 152 taryfy celnej, kotłów parowych i ich części z Niemiec, był w całej rozciągłości przestrzegany, gdyż:

1. Zdolność produkcyjna wytwórni krajowych kilkakrotnie przewyższa zapotrzebowanie rynku.

2. Zapotrzebowanie rynku może być zaspakajane przez przemysł innych krajów, niezależnie od Niemicc,

Dążenie zakładów przemysłowych Górnego Śląska do pokrywania swych zapotrzebowań po drugiej stronie kordonu granicznego powinno być wydatnie hamowane przez miarodajne czynniki, a konieczność dokonywania zamówień w Niem-

czech ze względu na właściwości posiadanych już kotłów parowych należałoby badać przez specjalne komisje fachowe, składające się z przedstawicieli władz oraz Stowarzyszeń Dozoru Kotłów. Przywóz rusztów mechanicznych wyraził się w roku 1926 poważną sumą zł. 126000, na co wytwórnie krajowe powinny zwrócić baczną uwagę.

Sumarycznie biorąc przywóz w roku 1926 zmniejszył się pod względem wagi o 25%, wzrósł zaś pod względem wartości o 106%, osiągając poważną kwotę zł. 1.901.000.

TABELA Nr. 3.

**Silniki.**

| Przedmiot | Przywóz | | | | W stosunku do roku 1925 % | | Procentowy udział poszczególnych państw w przywozie r. 1926, w zależności od wagi | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | w r. 1925 | | w r. 1926 | | | | | | | | | | | |
| | kwint. | tys. zł. | kwint. | tys. zł. | kwint. | tys. zł. | Niemcy | Czechosłow. | Anglja | Austrja | Francja | Szwajcarja | Szwecja | Inne kraje |
| Maszyny parowe stałe | 1474 | 233 | 687 | 389 | — 53 | + 17 | 43 | 19 | — | — | — | — | — | 38 |
| Silniki spalinowe wysokoprężne Diesela | 7265 | 1500 | 1670 | 525 | — 78 | — 65 | 34 | 14 | — | 48 | — | — | 0,5 | 3,5 |
| Silniki spalinowe inne | 7717 | 1507 | 4132 | 1595 | — 46 | + 6 | 45 | 12 | 14 | 11 | 2 | — | — | 16 |
| Silniki samochodowe | 11 | 10 | 24 | 28 | +120 | +180 | 25 | — | — | — | — | — | 60 | 15 |
| Lokomobile parowe stałe | 5823 | 827 | 886 | 123 | — 85 | — 85 | 42 | — | 29 | 29 | — | — | — | — |
| Lokomobile spalinowe przewoźne | 1487 | 250 | 172 | 39 | — 90 | — 53 | 35 | — | 50 | 15 | — | — | — | — |
| Lokomobile spalinowe stałe | 1005 | 152 | 38 | 12 | — 97 | — 90 | 5 | 60 | — | — | — | — | — | 35 |
| Lokomobile spalinowe przewoźne | — | — | 10 | 2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Turbiny parowe | 4887 | 1195 | 4544 | 1731 | — 7 | + 32 | 3 | 18 | 37 | — | — | 15 | — | 27 |
| Razem | 29659 | 5674 | 12163 | 4444 | — 81 | — 21 | | | | | | | | |

Przywóz silników poważnie zmniejszył się w 1926 r. jak to ilustruje zamieszczona powyżej tabela 3, wykazująca pozorną jedynie zwyżkę w dziale turbin parowych. Istotnie bowiem osiągnięta suma zł. ob. 1.731.000 niewiele różni się od wartości przywozu w 1925 roku jeżeli przyjąć pod uwagę spadek waluty. Ogólnie biorąc sprowadzono w 1926 roku silników mniej o 81% w kwintalach i o 21% w zł. obiegowych. Spadek przywozu wywołany został szeregiem różnych przyczyn niezależnie od niepomyślnej konjunktury, wywołanej przewlekłem przesileniem gospodarczem.

Poczynając od 1924 roku przywóz maszyn parowych stale zmniejszał się na korzyść silników spalinowych typu Diesela, dzięki wzrastającej produkcji tych silników w kraju (Stocznia Gdańska, Warsz. Sp. Akc. Budowy Parowozów, Sp. Akc. Perkun, Sp. Akc. Ursus, Sp. Akc. Zieleniewski). W roku 1924 przywóz w kwintalach wynosił 4520 kolejno zmniejszając się w latach 1925 i 1926 do liczby 1474 i wreszcie 687 kwintali o wartości w zł. obiegowych 548.000 — 233.000 (spadek waluty)—389.000 (spadek waluty).

Spadek przywozu lokomobil parowych typu przemysłowego w latach 1925 i 1926 tłómaczy się niepomyślną ogólną konjunkturą gospodarczą, spadkiem waluty oraz zawieszeniem ulgi celnej (w wysokości 90% cła normalnego) na lokomobile do mocy 200 KM, wobec stwierdzenia istnienia produkcji krajowej (Firma Schütze w Toruniu).

Zmniejszona siła nabywcza złotego od połowy roku 1925 oraz konieczność opłacania gotówką cła, wynoszącego około 30% wartości maszyny, są bez wątpienia czynnikami, uniemożliwiającemi w wielu wypadkach kupno lokomobili.

Gdy w r. 1924 sprowadzono do kraju na podstawie ulg celnych 80 lokomobil, z których o mocy 30 do 38 KM — sztuk 7, o mocy 44 do 50 KM — szt. 13, 60 do 70 KM — szt. 23, 75 do 95 KM—szt. 7, 100 do 120 KM—szt. 19, reszta zaś w pojedyńczych egzemplarzach o wyższej mocy, to w roku 1926 przywóz wynosił zaledwie 886 kwint. co odpowiada średnio 8 sztukom. Brak odpowiedniej produkcji w kraju przynajmniej w zakresie typów i wielkości najwięcej rynkowych jest niezrozumiały wobec faktu istnienia całego szeregu poważnych zakładów przemysłowych, budujących kotły parowe, maszyny parowe oraz parowozy.

Tembardziej należy podkreślić z całem uznaniem, że Warsz. Sp. Akcyjna Budowy Parowozów przystąpiła do budowy lokomobil, zatrzymując się na razie na mocy 44 i 70 KM, jako pierwszej części programu fabrykacyjnego. Lokomobile typu przewoźnego o mocy do 25 KM, używane przeważnie w rolnictwie, wykazują zniżkę w przywozie, poczynając od roku 1925, stopniowo osiągając liczbę w kwintalach: 1487 (r. 1925) — 172 (r. 1926), i w złotych obiegowych: 250.000—39.000, gdy analogiczne pozycje w roku 1924 wynosiły kwintali 3925 i zł. obiegowych 624.000.

Spadek przywozu lokomobil tego typu wywołany został ciężkiem położeniem rolnictwa w latach 1925 i 1926, wynikłem wskutek nieurodzaju, ciężarów finansowych, spadku waluty oraz poważnego rozpięcia pomiędzy cenami wyrobów przemysłowych a produktów rolnictwa, jako objawu wtórnego. W zmniejszeniu przywozu odegrała pewną rolę i zwiększona produkcja krajowa. Do liczby zakładów wytwórczych przybywa obecnie i Warszawska Sp. Akc. Budowa Parowozów, która wykonała serję lokomobil o mocy 18 KM, jako zapoczątkowanie produkcji lokomobil rolniczych.

Z. KLĘBOWSKI. Inż. Stow. Doz. Kotł. w Warszawie.

# DROGA DO RACJONALNYCH NORM DLA WYOBLONYCH DENNIC KOTŁÓW PŁOMIENICOWYCH.

Rozważania powyższe, oparte były na najogólniejszych metodach rozwiązań zagadnień wytrzymałościowych, dotyczących materjału jednolitego i izotropowego.

Każde jednak konkretne zagadnienie, traktowane jako poszczególny wypadek ogólnych zasad, pozwala na uproszczenia już to wypływające z samej natury zagadnienia, które może być naprzykład zagadnieniem jednowymiarowych lub dwuwymiarowych napięć, nie zaś koniecznie zagadnieniem napięć trójwymiarowych, lub ze względu na uproszczenia, wypływające z obserwacji,— naprzykład: tworząca bryły obrotowej podczas odkształcenia danym zespołem sił zewnętrznych może nie schodzić z płaszczyzny, w której się znajdowała przed odkształceniem. W uproszczeniach jednak ostatniej kategorji należy być niezmiernie ostrożnym, aby nie posiłkować się wynikami obserwacyj zbyt powierzchownych.

Sprobujmy uprościć zagadnienie nasze, sprowadzając je do badania naprężeń w przekroju uskutecznionym płaszczyzną, przechodzącą przez oś walczaka i badane miejsce wyoblenia, łączącego część kulistą z płaszczem kotła, w którem najczęściej powstają naderwania, to jest nieco powyżej najwęższego miejsca pomiędzy płaszczem i płomienicą.

Badanie wyoblenia dennicy w takim przekroju poprowadzonym według tworzącej, sprowadza się do badania ciała zawartego pomiędzy dwiema powierzchniami obrotowemi o wspólnej osi obrotu. Naprężenie w takim przekroju jest jedynie funkcją odległości — $z$ — liczonej równolegle do osi obrotu i odległości — $r$ — od tej osi $r^2 = x^2 + y^2$.

Przesunięcia według tych zmiennych $z$ i $r$. oznaczymy tutaj przez $w$ i $u$.

Oznaczmy (rys. 1) naprężenia normalne na ścianach odpowiedniej i odpowiednio zorjentowanej kostki należącej niejako do danego przekroju przez:

$N$ — które jest skierowane według promienia.

$N'$ — które jest skierowane równolegle do osi obrotu,

$N''$ — które jest skierowane prostopadle do płaszczyzny określonej przez kierunki $N$, i $N'$.

Jeżeli przypuścimy, iż badane miejsce wyoblenia w przekroju płaszczyzną, przechodzącą przez oś, po odkształceniu pozostaje w tej samej płaszczyznie, to konsekwentnie wnioskujemy, iż naprężenia styczne $T$, które dają parę sił, znajdują się w tej płaszczyznie, to jest, że para ta posiada oś prostopadłą do tej płaszczyzny.

Słuszność, bez żadnych zastrzeżeń, tego przypuszczenia jest oczywista w wypadku dennicy bez jakichkolwiek otworów i wzmocnień, jak np: połączeń z zakotwieniami i płomienicami. W takim bowiem wypadku wyłącznemi siłami zewnętrznemi, działającemi na dennicę jest wewnętrzne ciśnienie w kotle i reakcja szwu łączącego den-

nicę z płaszczem, a rozkład mas materjału dennicy i rozkład sił zewnętrznych jest symetryczny względem każdej płaszczyzny przechodzącej przez oś walczaka.

W naszym ogólnym wypadku dennicy, brak tej symetrji i należy przypuszczać, iż ogólnie rzecz biorąc, przekrój przed odkształceniem dennicy płaszczyzną przechodzącą przez oś, podczas odkształcenia nietylko nie pozostaje w tej płaszczyźnie lecz nawet nie leży na powierzchni płaskiej jakiejkolwiek i wogóle przeistacza się w powierzchnię wichrową.

Odchylenia te od pierwotnej płaszczyzny są jednak w stosunku do przesunięć: $u$ i $w$ wogóle nieznaczne i dążą do zera w miarę jak rozpatrywany punkt zbliża się do miejsca połączenia dennicy z płaszczem, w pobliżu którego znajduje się badane miejsce wyoblenia. [1])

Wobec założenia, iż naprężenia odkształcają figurę w rozpatrywanej płaszczyźnie przekroju, wnioskujemy, iż naprężenia styczne są albo równoległe do promienia i działają podczas odkształcenia na przekroje płaskie, albo też równoległe do osi $z$ i działają na powierzchniach, utworzonych przez przecięcie cylindrami koncentrycznemi.

Związek pomiędzy naprężeniami $N, N', N'', T$, oraz przesunięciami $u$ i $w$ znajdujemy z równań VI. [2]).

$$N = \lambda\Theta + 2G \frac{\partial u}{\partial r} = (\lambda + 2G) \cdot \frac{\partial u}{\partial r} + \lambda \left(\frac{u}{r} + \frac{\partial w}{\partial z}\right)$$

$$N' = \lambda\Theta + 2G \frac{\partial w}{\partial z} = (\lambda + 2G \cdot \frac{\partial w}{\partial z} = + \lambda \left(\frac{\partial u}{\partial r} + \frac{u}{r}\right)$$

$$N'' = \lambda\Theta + 2G \frac{u}{r} = (\lambda + 2G) \cdot \frac{u}{r} + \lambda \left(\frac{\partial u}{\partial r} + \frac{\partial w}{\partial z}\right)$$

$$T = G \cdot \left(\frac{\partial w}{\partial r} + \frac{\partial u}{\partial z}\right)$$

W tym wypadku ogólny wzór dla $\Theta$ przyjmuje formę:

$$\Theta = \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{u}{r} + \frac{\partial w}{\partial z}$$

W równaniach tych:

$\lambda$ oznacza $\lambda = \frac{2G\mu}{1-2\mu}$ (i jest wymiarem kg/cm².)

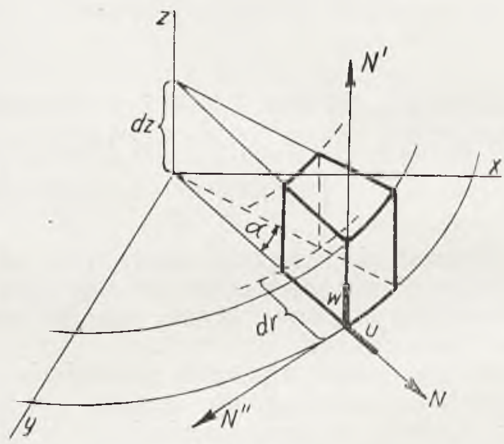
W taki sposób uproszczone zadanie pozwoliłoby zredukować ilość poszukiwanych wielkości dla odpowiednich punktów z 3 do dwóch, (zamiast $u, v, w$, tylko: $u, w$,) i operować prostszemi równaniami — VI.

W tym poszczególnym wypadku, uwzględniając założenia, któreśmy wyżej uczynili, grupie równań I, odpowiadają we współrzędnych cylindrycznych równania VII

$$\frac{\partial N}{\partial r} + \frac{N - N''}{r} + \frac{\partial T}{\partial z} + F = O.$$

$$\frac{\partial N'}{\partial z} + \frac{\partial T}{\partial r} + F' = O.$$

Są to równania-równowagi wycinka określonego: 1) przez dwie płaszczyzny prostopadłe do osi $z$ i odległe od siebie o — $dz$ — ; 2) przez




Rys. 1.

dwie płaszczyzny przechodzące przez oś — $z$ — i tworzące między sobą kąt $\alpha$ oraz 3) przez dwie powierzchnie cylindryczne, koncentryczne o wspólnej osi $z$, i o promieniach $r$ i $r + dr$. Wycinek ten pokazano w przesadnych wymiarach na rysunku. Naprężenia $N, N', N''$, które są równomiernie rozłożone na odpowiednich prostopadłych do nich ścianach i zbiegają się w środku wycinka, pokazano dla jasności rysunku — inaczej.

W równaniach tych $F$ i $F'$ oznaczają siły działające na masę, odniesione do jednostki objętości i skierowane: $F$ równolegle do $N$, a $F'$ równoległe do $N'$.

Jak wspomniano wyżej, po wyznaczeniu naprężeń w punktach uznanych przez praktykę i doświadczenie za niebezpieczne, należy według jednej z wielu istniejących — teoryj wytrzymałości, określić wytężenie materjału w tych punktach.

Według wyników najnowszych badań, otrzymych w szwajcarskiem laboratorjum wytrzymałościowem, przez kierownika tego laboratorjum prof.

---

[1]) Takie się nasuwa rozumowanie, czy jednak podobne uproszczenie zagadnienia nie miałoby znacznego wpływu na stopień w jakim rezultaty badań odzwierciadlają rzeczywistość, należałoby przed przystąpieniem do badań zasięgnąć opinji u specjalistów teoretyków. W przeciwnym bowiem razie, należałoby stosować ogólne metody podane wyżej.

[2]) Patrz Cours de Mécanique Physique, H. Bouasse drugie wydanie tom I, strona 26.

*M. Ros'a* i jego współpracownika inż. *Eichinger'a*, zgodnych z rezultatami nowszych badań dokonanych w amerykańskich i niemieckich pracowniach, dla żelaza kowalnego i stali miarą wytężenia materjału, przy ogólnym stanie napięcia, bardziej niż inne wielkości służyć może energja największego czystego odkształcenia postaciowego (to jest energja tej części całkowitego odkształcenia, która powoduje zmianę kształtu, nie wpływa, jednak, na zmianę objętości materjału w rozpatrywanym punkcie).

Zgodnie z użytem wyżej przeze mnie znakowaniem, jeżeli przez $k$ oznaczymy naprężenie na granicy plastyczności przy zwykłem rozciąganiu, to według hipotezy: „miarą wytężenia jest energja czystego odkształcenia postaciowego", w najogólniejszym przypadku warunek wytrzymałościowy ma postać:

$$(N_x - N_y)^2 + (N_y - N_z)^2 + (N_z - N_x)^2 + 6(T_{xy}^2 + T_{yz}^2 + T_{zx}^2) = 2k^2$$

Jeżeli kierunki naprężeń $N_x$, $N_y$, $N_z$, są kierunkami głównemi, to oznaczając te naprężenia przez $N_1$, $N_2$, $N_3$ i zważywszy, iż w przekrojach głównych:

$$T_{xy} = T_{yz} = T_{zx} = 0$$

warunek wytrzymałościowy przybierze postać:

$$N_1^2 + N_2^2 + N_3^2 - N_1 N_2 - N_2 N_3 - N_3 N_1 = k^2$$

Jak wiadomo hipotezę tę ogłosił po raz pierwszy polski uczony profesor *M. T. Huber* już w 1904 roku w swej pracy: „Właściwa praca odkształcenia, jako miara wytężenia materjału".

Później ogłaszali ją *R. v. Mises* w 1913 roku, *B. P. Haigh* w 1919, 1921, 1923 r. i *H. Hencky*.

Wyniki badań w laboratorjach europejskich i amerykańskich potwierdziły ostatnio największą odpowiedniość tej hipotezy dla żelaza kowalnego i stali.

---

# SPAWANIE METALI PALNIKIEM ACETYLENOWYM CZY W ŁUKU ELEKTRYCZNYM.

Wobec ogólnego zainteresowania jakie budzą nowoczesne sposoby łączenia metali zapomocą spawania podajemy poniżej według *Genie Civil* streszczenie referatu włoskiego inżyniera G. de Wonderweld'a, ogłoszonego w *Soudure Autogène* oraz nadesłaną nam łaskawie przez panów inżynierów T. Gayczaka i R. Ekielskiego krytyczną ocenę wywodów autora.

Zastrzeżenia pp. Gayczaka i Ekielskiego świadczą wymownie o tem, jak wstrzemięźliwie zachowywać się należy wobec wygłaszanych nieraz opinij o nowych metodach pracy i zabiegach i jak dalece liczyć się trzeba z tem, że niejednokrotnie niestety istotną rolę grają przytem nie tyle racje techniczne czy technologiczne ile raczej względy natury czysto handlowej

Pod tym tytułem znajdujemy notatkę w Nr. 7 „*Génie Civil*" z dn. 14 sierpnia ub. roku, której treść podajemy w wolnym przekładzie.

Notatka ta powołuje się na czerwcowy numer czasopisma „*Soudure autogene*," z ub. r. które ogłosiło pracę specjalisty w tej dziedzinie, włoskiego inżyniera *G. de Wonderweld'a*. Napozór bardzo podobne do siebie obie te metody spawania, różnią się znacznie pod względem chemicznym. W obu wypadkach zachodzi szkodliwe działanie tlenu pochodzącego z powietrza przystosowaniu łuku elektrycznego lub z produktów spalenia przy stosowaniu palnika.

W wypadku spawania elektrycznego należy się w dodatku obawiać wpływu azotu, który podczas topienia metali zostaje szybko i w znacznych ilościach przez metal pochłaniany

Wprawdzie dobry wykonawca może zmniejszyć pochłanianie azotu przez używanie łuku dostatecznie krótkiego, ale działanie cieplne (la puissance calorifique) jest tak znaczne, że wykonawcy starają się, co jest zupełnie naturalne, uskuteczniać pracę możliwie szybko i w celu niedopuszczenia do zgaszenia łuku, wydłużają go.

Im łuk elektryczny jest dłuższy, tem szybsze jest wykonanie zabiegu, łuk jednak taki bardziej sprzyja pochłanianiu tlenu i azotu, a oddzielenie azotu i tlenu staje się trudniejsze; obecność azotu w spawanych miejscach powoduje porowatości kruchość materjału.

W wypadku spawania palnikiem tlenoacetylenowym, dobry wykonawca może praktycznie rzecz biorąc uniknąć obecności tlenu w miejscu spawania. Wytrzymałość miejsca spawanego tą drogą jest zazwyczaj wyższa, aniżeli łukiem elektrycznym.

Autor rozpatruje następnie zagadnienie z punktu widzenia fizykalnego. Aczkolwiek temperatury różnią się nieznacznie, to jednak ilość ciepła, dostarczona przez łuk elektryczny, jest znacznie większa od ciepła oddawanego przez płomień tleno-acetylenowy.

Przy stosowaniu spawania elektrycznego, topienie następuje bardzo szybko; przenikanie cie-

pła jest zupełnie nieznaczne i miejsca sąsiednie prawie nie są nagrzane. Wobec tego przy szybkiem wykonywaniu spawania rozszerzanie się materjału w sąsiedztwie spawania prawie wcale nie zachodzi i to jest zaletą spawania elektrycznego.

Jeżeli jednak wykonywane spawanie jest pracą odpowiedzialną, należy zalecać stosowanie sposobu tleno-acetylenowego.

Słabe przenikanie ciepła przy spawaniu łukiem elektrycznym przedstawia niebezpieczeństwo wskutek tego, iż linja ogrzewania jest wąska. Wiadomo, iż przy pewnej temperaturze znajdującej się pomiędzy: 0 i 500 C° żelazo staje się kruchem.

Właśnie w tych miejscach w pobliżu spawania gdzie panuje temperatura krytyczna, spawanie podlega przekuwaniu na długości 15 do 20 cm co bezwzględnie odbija się ujemnie na wytrzymałości.

Zgodnie z temi rozważaniami autor określa dwum metodom spawania następujące role:

Do spawania elektrycznego powinno się przeznaczać części, w których wytrzymałość i odpowiedzialność nie gra pierwszorzędnej roli. Wytrzymałość normalna miejsca spawanego tym sposobem wynosi około 20 *kg/mm²*. Powinno się używać spawania elektrycznego wyłącznie do napraw jak naprz.: wypełnianie wyżarć i małych otworów; uszczelnianie małych szpar i nieznacznych pęknięć; łączenie krawędzi przynitowanych, i t. d.

W tym razach kiedy wymagane jest, aby dwie części były z sobą połączone w sposób możliwie ścisły (l'union intime) należy używać spawania tleno-acetylenowego.

Wytrzymałość na rozciąganie miejsca spawanego sposobem tleno-acetylenowym, o ile szew jest wykonany przez doświadczonego specjalistę, można przyjąć 35 do 36 *kg/mm²* przy wydłużeniu od 8 do 10%.

## *Na marginesie artykułu p. Wonderwelda.*

Korzystając z uprzejmości Redakcji, która artykuł p. *Wonderwelda* przesłała nam przed umieszczeniem go w druku, zauważyć musimy co następuje:

1) Artykuł p. *Wonderwelda* umieszczono w czasopiśmie *Soudure Autogène,* propagującem spawanie gazowe. Spawanie elektryczne stanowi poważną konkurencję dla przemysłu, zajmującego się fabrykacją tlenu i przyrządów do spawania. Wszelkie bowiem dotychczasowe doświadczenia wykazały znaczną wyższość gospodarczą tego systemu. Tej wyższości artykuł nie zaprzecza, natomiast kwestjonuje dobroć szwu elektrycznego i dopuszcza spawanie elektryczne do wypełniania wyżarć i małych otworów, uszczelniania małych otworów, uszczelnienia małych szpar, nieznacznych pęknięć i łączenia krawędzi przynitowanych.

2) Normalną wytrzymałość miejsca spawanego elektrycznie określa autor na 20 kg/mm. Nie wiadomo nam na jakich doświadczeniach oparta jest cyfra, która jest stanowczo przesadnie obniżoną. Można oczywiście źle wykonać spawanie elektrycznością, ale wyniki spawania gazowego od złego wykonania nie gwarantują.

Niepodobna operować cyframi maksymalnemi, ale również nie uchodzi wyszukiwanie cyfr najniższych. Nim spawanie elektryczne dopuszczono do budowy i naprawy kotłów, przeprowadzono szereg doświadczeń i badań. Próby podobne powtarzano w Szwajcarji w Stowarzyszeniu Właścicieli Kotłów Parowych (inż. Höhn), a także w Polsce i t. d. i stwierdzono, że wytrzymałość szwu zrównanego z blachą przekracza często wytrzymałość blachy, a prawie zawsze waha się około 90% wytrzymałości blachy.

Wytrzymałość szwu osiągalna, wynosi 54 kg/mm². Cyfry te znacznie odbiegają od cyfry podanej przez p. *Wonderwelda* jako *normalnej* = 20 kg/mm².

3) Pan *Wonderweld* tę małą wytrzymałość przypisuje szkodliwemu działaniu *tlenu*, pochodzącego z powietrza oraz azotu, który podczas topienia jest szybko i w znacznych ilościach przez metal pochłaniany. Szkodliwe działanie spotęgowane ma być przez wydłużanie łuku elektrycznego.

Fakt, że materjał wypełniający spoinę przy spawaniu elektrycznem zawiera zanieczyszczenia w postaci związków azotowych oraz siarki jest znany i szczegółowo zaobserwowany. Fakt ten w niczem nie zmienia wyników osiągniętych, a podanych poprzednio.

Przeciwstawić mu należy niezaprzeczalną możliwość nawęglania spoiny przy spawaniu gazowem, w razie nieodpowiedniego postępowania, co jest może więcej niepożądane.

P. *Wonderweld* twierdzi niesłusznie, że spawacze celem przyśpieszenia wykonania roboty, wydłużają łuk, skutkiem czego więcej szkodliwego tlenu i azotu dostaje się do spoiny. Każdej średnicy elektrody odpowiada pewna oznaczona długość łuku przy której i łączenie się metali jest dobre i zanieczyszczenie technicznie prawie żadne, o ile stosuje się dobre, preparowane elektrody. Wyciąganie łuku ponad tę miarę nie prowadzi do przyśpieszenia pracy, powoduje natomiast spalanie się żelaza, porowatość, t. z. złe „wbijanie" się w blachę i może spowodować przerwanie się łuku; z tych powodów, dobry spawacz — a o takim tylko mówimy — nie będzie nigdy wyciągał łuku ponad miarę.

Niech nam wolno będzie zrobić na tem miejscu małą dygresję: chcemy mianowicie wyjaśnić, co umożliwia spawaczowi zachowanie tej właściwej długości łuku. Tym czynnikiem jest spokojne stapianie się pałeczki, a wpływa na nią okładzina elektrody preparowanej, niezbędnej, zwłaszcza przy pracy transformatorami, tudzież właściwość prądu, którą proponujemy nazwać „miękkością" prądu spawania. Tę miękkość nazwać by można inaczej niewrażliwością prądu na

drobne nierównomierności stapiania, drobne drgania ręki i t. p.

Różne spawalnice mogą dać różny prąd do spawania, zależnie od stopnia miękkości prądu. Przy prądzie zmiennym uzyskuje się miękkość prądu przez silne rozproszenie linij magnetycznych w transformatorze, lub przez silne obciążenie indukcyjne, włączoną w obwód cewką indukcyjną; pracują one z bardzo niskim współczynnikiem mocy (0,2 — 0,3); przy prądzie stałym uzyskuje się miękkość przez połączenie cewek dławikowych lub oporów; w jednej z niedawno wprowadzonych na rynek spawalnic, mianowicie spawalnicy Kjellberga, cewka dławikowa i opor są opuszczone, gdyż dzięki właściwemu wymiarowaniu przekrojów miedzianych i pomysłowemu usunięciu resztek prądów wirowych wytwarzany zostaje prąd bardzo miękki; wreszcie dzięki stromej charakterystyce tej maszyny osiągamy, że natężenie prądu krótkiego zwarcia (zajarzenia) jest niewiele większe od natężenia prądu spawania.

Istotną słabą stroną spoiny elektrycznej, o której p. W. wspomina — jest mniejsza ciągliwość spoiny — co stwierdzić można próbą na zginanie. Aby otrzymać szew o dobrej ciągliwości, należy używać dobrej, preparowanej elektrody zawierającej w okładzinie silne środki redukujące, tudzież nadmiar tych składników żelaza, które częściowo wypalają się przy przejściu przez łuk — a przytem nie zanieczyszczającej szlaką spoiny. — Ciągliwość szwu uzyskana np. elektrodami Kjellberga dla robót kotłowych podczas prób dokonanych przez angielski Lloyds Register pod kierownictwem prof. *Haigh'a* wynosiła 17-19% — co oczywiście jest znacznie lepszem niż 0 — 3% uzyskane na szwach spawanych zwyczajnym drutem:

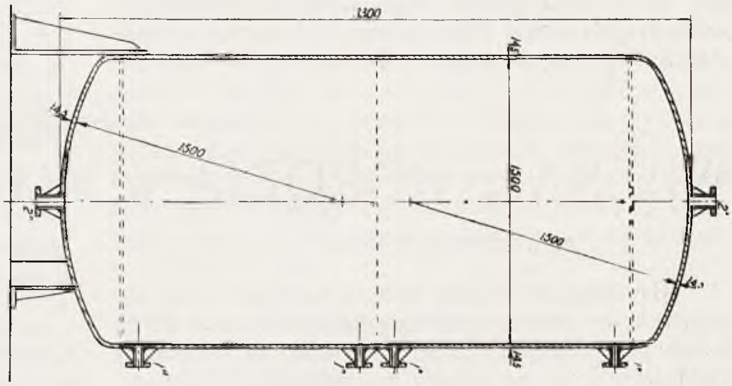
Ostatnio dokonywane są próby spawania elektrycznego w atmosferze gazowej, które dały pod wielu względami dobre wyniki, a w szczególności co do składu chemicznego materjału spoiny i szybkości pracy.

4). P. W. twierdzi, że przekuwanie szwu stygnącego jest niebezpieczne; nigdy nie zauważyliśmy aby przekuwanie szwu powodowało pękanie tegoż lub materjału spawanego; dlatego też przekuwania wymagamy od spawaczy, uważając, że przez to usuwa się część naprężeń wewnętrznych, powstałych przy stygnięciu; ponieważ spoina podczas przekuwania jest jeszcze plastyczna i łatwo się poddaje, nie potrzeba wcale bić silnie młotkiem — należy raczej szybko uderzać i przerwać zabieg powyżej temperatury ciemno-wiśniowej.

Zresztą kto się obawia przekuwania, może go sobie zaoszczędzić. Przepis przekuwania pochodzi z pierwszych czasów spawania, kiedy wytwarzano elektrody silnie szlakujące. Obecnie większość fabryk, produkujących elektrody nie wymaga przekuwania i owszem podnosi w swoich prospektach, że przy użyciu ich elektrod spoiny przekuwać nie potrzeba: Jest to zresztą woda na młyn dla spawaczy, którzy przekuwania bardzo nie lubią.

5). P. W. potwierdza, że zaletą elektrycznego spawania jest szybkość topienia metali i małe nagrzewanie sąsiednich stref. Zaletę tę za mało jednak akcentuje, stanowi ona bowiem jeden z głównych powodów przyjęcia się metody elektrycznej.

Inteligentny spawacz elektryczny, mając do spawania np. prostokątną łatę kotłową może w znacznej mierze uniknąć silnych naprężeń wewnętrznych, jeżeli odpowiednio operuje; tej możności pozbawiony jest w wysokim stopniu spawacz autogenowy, który musi przez pewien czas nagrzać blachę palnikiem, dopóki nie zacznie się ona topić w miejscu spawania. Gdy już raz zacznie dodawać materjału, wówczas niechętnie przerywa pracę, aby rozpocząć w innem miejscu, gdyż znowu musiałby odczekać aż się blacha odpowiednio tam nagrzeje, co stanowiłoby stratę czasu i gazu. Spawacz elektryczny natomiast może każdej chwili przerwać pracę i zacząć ją w innem

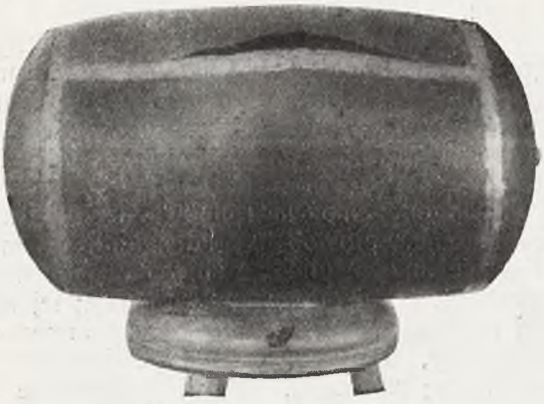


Rys. 1.

miejscu. Skutkiem nieznacznych nagrzań lokalnych powstają mniejsze naprężenia wewnętrzne; naprężenia wewnętrzne powstałe po ostygnięciu szwu mogą być niebezpieczne, jeśli sumują się z naprężeniami wskutek ciśnienia w kotle. Dlatego spawanie autogenowe jako dające pole do większych naprężeń wewnętrznych, jest dla napraw kotłowych niebezpieczniejsze, zaś cyfra wytrzymałości = 36 $kg/mm^2$ podana przez p. W. dla spawanych gazem metali poddanych próbom na zerwanie, nie może być miarodajna dla napraw kotłowych, zwłaszcza, jeżeli wycięcia blach dokonano w formie litery „V."

Załączone do niniejszego artykuły ryciny, przedstawiają roboty spawane elektrycznie. które powinny zainteresować czytelników. Pierwsza z nich (rys. 1) przedstawia zbiornik 1500 mm średn. i 3300 *mm* wys. dla tłoczenia gazoliny (10 at ciśnienia), wykonany w fabryce lwowskiej Firmy L. Zieleniewski S. A. Ilość elektrycznych

szwów poprzecznych = 3, podłużnych I. Druga (rys. 2.) przedstawia próbny zbiornik wykonany przez firmę Elektriska Svetsnings Aktiebolaget



Rys. 2.

w Göteborgu. Zbiornik ten pękł poza szwem, aczkolwiek ten ostatni był zrównany z blachą ścinakiem pneumatycznym. Na trzeciej fotografji (rys. 3.) uwidocznioną jest przepalona boja z fabryki cynkującej przedmioty metalowe w ogniu. Blacha 18 *mm* została miejscami przepalona w zupełności, podczas gdy szew elektryczny, który pozostawał również w ogniu został znacznie mniej spalony co widać zresztą z fotografji. Jest to objaw niezmiernie ważny dla wszelkich napraw kotłowych w miejscach stykających się z ogniem. Powyższe boje zostały po przepaleniu blachy odesłane z powrotem firmie, która je wykonała, dla stwierdzenia jak doskonale jej szew zachował się w ogniu.

Najlepszą odpowiedzią na wywody p. W. są naukowe badania dokonane przez inż. *Höhna,*



Rys. 3.

z polecenia Stowarzyszenia Właścicieli kotłów w Szwajcarji a ogłoszone w dziele „Nieten und Schweissen z r. 1926, Verlag J. Springer, Berlin" a przytoczone w referacie wygłoszonym na Kursach inżynierskich z zakresu kotłów parowych urządzonych przez Wydział mechaniczny Politechniki Lwowskiej w r. 1926. [1])

*T. Gayczak i R. Ekielski, inżynierowie. Lwów.*

# WALKA z KOROZJĄ w KOTŁACH PAROWYCH.

## POWSTAWANIE KOROZJI.

Nawiązując do notatki naszej o badaniach wody zasilającej kotły parowe, zainicjowanych zbiorowemi siłami w Ameryce Północnej [1]) podajemy poniżej za *Mechanical Engineering* wywody referatu inż. metalurga *F. Spellera,* będące próbą ustalenia przebiegu powstawania korozji. O proponowanych przez referenta środków ochronnych i zapobiegawczych pomówimy w najbliższym zeszycie.

### Powstawanie korozji.

1. Żelazo nie ulega korozji w normalnej temperaturze pokojowej i bez udziału wilgoci.

2. Obecność tlenu w wodzie znakomicie sprzyja korozji. Tlen łącznie z wodą powodować będzie korozję nawet bez udziału dwutlenku węgla lub kwasów. W wodzie korozje powstają i rozwijają się z szybkością proporcjonalną do zawartości tlenu o ile pozostałe domieszki wody pozostają bez zmiany. Obecność tlenu w rozcieńczonych roztworach kwasów przyśpiesza korozję.

3. W obecności kwasów korozja żelaza zachodzi znacznie szybciej niż w roztworach obojętnych lub zasadowych.

4. Podczas korodowania żelaza na powierzchniach metalu wydziela się wodór. W roztworach kwaśnych wydzielanie się wodoru zachodzi znacznie szybciej aniżeli w roztworach alkalicznych lub zasadowych.

5. Produkty korozji składają się przedewszystkiem z czarnej lub zielonej rudy (tlenki żelazawe) powstającej w bezpośredniem sąsiedztwie powierzchni metalu oraz ze rdzy bronzowo-czerwonej (tlenki żelazowe), która tworzy zewnętrzną warstwę powłoki i ilościowo znajduje się w zależności od ilości niezwiązanego tlenu. Produkty korozji składać się mogą z dowolnej mieszaniny wyżej wymienionych składników. O ile żelazo ulega korozji na powietrzu, ilość czarnej rdzy jest stosunkowo niewielka jeżeli jednak korozja zachodzi pod wodą, ten rodzaj rdzy stanowi przeszło $^1/_3$ ogólnej objętości produktów korozji.

6. O ile korozja żelaza zachodzi w wodzie surowej powstająca rdza zawiera pewną ilość związków wapnia, magnezu i krzemu i innych nierozpuszczalnych domieszek wody. Substancje te posiadają znaczny wpływ na budowę i na zawartość powłoki rdzy, powstającej na powierzchni metalu. Jeżeli powłoka ta jest porowata i nie przywiera silnie do metalu, korozje rozwijać się mogą lokalnie. Jeżeli zaś warstwa rdzy jest zwarta i równomiernie gruba, może ona w znacznym stopniu zmniejszyć postępy korozji żelaza.

[1]) Por. wykłady z zakresu kotłów parowych Lwów 1926, referat inż. T. Gayczaka.

[1]) por. *Technika cieplna,* 1927, str. 8.

7. W większości wypadków korozje na początku swego powstawania rozwijają się znacznie szybciej niż w dalszych studjach rozwoju. Zauważyć się to daje przedewszystkiem w roztworach alkalicznych. Zaznaczyć jednak jednocześnie należy, że powstawanie korozji nie dokładnie polerowanych powierzchniach metalu jest bardzo powolne.

8. Szybkość rozwoju powstałych korozyj wzrasta wraz z zagęszczeniem w roztworze wodnym pewnych soli zasadowych i to do pewnej ich koncentracji, poczem przy normalnych przynajmniej temperaturach, szybkość dalszego rozwoju korozji spada do minimum o ile czynniki współdziałające pozostają bez zmiany. Przy podniesionych temperaturach zjawisko przebiega inaczej i nie sposób jest stwierdzić zwolnienia rozwoju korozji przy wzrastającem z zagęszczeniu roztworu. Roztwory pewnych soli wzmagają nieraz tendencję do tworzenia wyżarć jamkowatych (pitting) szczególniej w wypadkach, gdy osady tworzą powłokę nie obejmującą całej powierzchni metalu.

9. Skład pierwiastkowy żelaza, w granicach normalnych odchyleń, napotykanych w handlu, nie posiada wobec korozji odbywającej się pod wodą znaczenia albo też wywiera tu wpływ bardzo nieznaczny. Odwrotne zjawisko zachodzi przy korozji, powstającej na powietrzu lub w roztworach kwasowych. Ze stanowiska korozji, chemiczna jednorodność metalu gra w każdym razie znacznie mniejszą rolę od innych czynników zewnętrznych.

10. Stan powierzchni żelaza zanurzonego w płynie nie ma wpływu na korozję wogóle, może jednak przyczynić się w znacznym stopniu do lokalizacji korozji i do powstawania ospy.

11. Korozja żelaza w wyjątkowych jedynie wypadkach zachodzi równomiernie na całej powierzchni metalu. Stykające się ze sobą odmienne pod względem chemicznym metale znajdujące się w styczności z rozstworem który może być przewodnikiem prądu elektrycznego lokalizują korozję na pewnych częściach swej powierzchni. Zjawisko tłómaczy się powstawaniem prądu elektrycznego, który przebiega przez roztwór od anody do katody czyli metalo elektrycznie mniej szlachetny jest silniej nagryzany.

12. Zmiana w zagęszczeniu pewnych składników lub wogóle w składzie roztworów, stykających się z metalem wpływają na lokalizację korozji na pewnych częściach powierzchni, przyśpieszając ją i zmniejszają postępy korozji w innych częściach tej powierzchni. Jeżeli część powierzchni zanurzonego w pewnym płynie żelaza zabezpieczona jest od dostępu tlenu, część ta staje się anodą w stosunku do tych części powierzchni metalu które stykają się z roztworem o większej zawartości tlenu. W ten sposób na więcej zabezpieczonych od tlenu powierzchniach korozja czynić będzie szybkie postępy. Im mniejszą będzie powierzchnia anody w stosunku do powierzchni katody, tem większe będą postępy korozji na powierzchni anody w stosunku do powierzchni katodowej i tem większe tendencje do tworzenia się ospy.

13. Pod porowatą powłoką rdzy, wypełniającej powstałe jamki ospy roztwór ulega zagęszczeniu i zwiększa zawartość soli rozpuszczalnych. Wobec tego po powstaniu ospy pogłębianie się jamek zachodzi w bardzo szybkiem tempie.

14. Charakter elektryczny pewnej części powierzchni metalu ulega czasami w ciągu procesu biegunowej zmianie. W takich wypadkach powstawanie ospy słabnie.

W celu powiązania ze sobą i wyjaśnienia powyższych zaobserwowanych faktów uworzona została elektrochemiczna teorja powstawania korozji. Uzasadnieniem tej teorji służyć może zjawisko, że podczas korozji jak i podczas niektórych innych reakcyj chemicznych obserwować można powstawanie pewnych słabych coprawda prądów elektrycznych. Prądy te nie mają jednak nic wspólnego z prądami elektrolitycznemi, pochodzącemi od prądów błądzących, zewnętrznej natury, chociaż zniszczenie, jakie prądy tego rodzaju powodują i wytwarzająca się przytem rdza posiadają dużo podobieństwa do zjawisk korozji.

## ZMIĘKCZANIE WODY ZASILAJĄCEJ W KOLEJNICTWIE AMERYKI PÓŁNOCNEJ.

Skrót referatu, wygłoszonego na rocznem zebraniu w Buffalo, N.Y., Am. Waterworks Association, w czerwcu 1926 r.

Na 1325 biljonów litrów wody zużywanej obecnie w ciągu roku dla produkcji pary na kolejach Ameryki Półn., 189 biljonów, czyli około 15% wody wymaga pewnego oczyszczenia przed użyciem. Przy przeciętnym koszcie, wynoszącym 1,05 centów na 1000 litr. roczny wydatek eksploatacyjny wynosi około Doll. 2.000.000. Istnieje około 1200 stacyj wodnych, na ogólną liczbę 16.000 stacyj, stosujących w celu oczyszczenia wody różne substancje chemiczne. Wartość instalacyj do czyszczenia wody, włączając proste i bardziej złożone a kosztowne urządzenia, wynosi conajmniej Doll. 10.000.000. Instalacje te wydzielają rocznie około 45.360.000 kg ciał stałych, tworzących osad kotłowy. Gdyby te zanieczyszczenia dostawały się do kotła, spowodowałyby one dodatkowy wydatek na utrzymanie parowozów w ruchu, i na ich naprawę, dochodzący do Doll. 13.000.000.

### Początki i zakres zastosowań.

Zmiękczanie wody przyjęło się głównie na środkowo-zachodnich linjach, gdzie miano do czynienia z taką wodą, że oczyszczanie jej okazało się oddawna koniecznością. Dla ułatwienia sobie zadania, wobec braku prac badawczych i braku specjalnych wiadomości, rozpoczęto od zmiękczania wody w kotłach za pomocą rozmaitych „boiler compounds“ lub „metal treatement“, t. j. preparatów o składzie utrzymywanym przez dostawcę w tajemnicy które wprowadzano do kotłów.

Następnie przerzucono się do stosowania sody, wprowadzanej albo wprost do kotła albo do zbiorników przytorowych. Pomimo, że powstający w pierwszym wypadku osad, jest tak rozdrobniony, że usuwanie go nie sprawia trudności, wytwarzający się w kotle muł i wzrastające zagęszczenie soli alkalicznych powoduje pianę i burzenie się wody. O ile więc przez ścisłą kontrolę i dozór nie zapewnimy kotłom odpowiedniego spuszczania wody, w celu utrzymania zagęszczenia soli w możliwych dla pracy kotła granicach, stosowanie tej domieszki może spowodować poważne uszkodzenia kotłów.

Systematyczne traktowanie wody sodą w zbiornikach przytorowych zastosowane zostało po raz pierwszy na C. B. & Q. R. R., poczem zjawiło się na linjach Wa-

basch, Frisco i Alton oraz na szeregu innych linij kolejowych. Metoda polega na traktowaniu całej ilości wody tam, gdzie tego zachodzi potrzeba w celu zapewnienia nadmiaru w wysokości 0,034 gr. na litr węglanu sodu (sodium carbonate). Pobierane są często próby wody z kotłów parowozowych w celu utrzymania conajmniej 15% rozpuszczonych w wodzie ciał stałych pod postacią węglanu sodu. Niezbędne są również częste rewizje wewnętrzne w celu zapewnienia kotłom dostatecznie często powtarzanego spuszczania wody w celu utrzymania wszystkich rozpuszczonych w wodzie ciał stałych poniżej 9 gr. na litr, dla uniknięcia tworzenia się piany. O ile istnieje odpowiedni aparat administracyjny, dający gwarancję zachowania wyżej wspomnianych warunków, spodziewać się można bardzo pomyślnych wyników. Pomimo to, trudności, związane z dokładnem badaniem próbek wody i ogólną kontrolą nad pracą parowozów ograniczają poniekąd zastosowanie powyższej metody.

Doświadczenia z zeolitem, jako czynnikiem zmiękczającym wodę, nie dały w warunkach kolejowych wyników pomyślnych wogóle. Pomimo to, badania prowadzone obecnie na Zachodniem wybrzeżu obiecują powodzenie przy pewnych określonych gatunkach wody. Wody zaskórne lub naziemne wobec znacznej ilości zawiesin, oraz pewne gatunki domieszek ciał stałych, ograniczaja zastosowanie zeolitu bez uprzedniego filtrowania wody, co jednak pociąga za sobą dodatkowe koszty zakładowe i utrzymania.

## Typowe metody obecnie stosowane.

Typową metodą zmiękczania wody jest obecnie dodawanie określonych ilości wapna i sody do wody w przytorowych zbiornikach osadowych. Chodzi tu nietylko o zmiękczenie wody, ale i o wydalenie otrzymanego osadu i mułu lub kamienia, tak, aby woda zasilająca kocioł była nietylko zmiękczona, ale i czysta.

Metoda wapienno-sodowa w zastosowaniu kolejowem rozwijała się od prostego urządzenia, działającego z przerwami i składającego się z dwóch lub kilku zbiorników w których wodę traktowano domieszką wapna i sody i zużywano ją na zmianę, poprzez skomplikowane aparaty automatyczne, dozujące powyżej wskazane domieszki, i z powrotem do znacznie prostszej i znacznie pewniejszej t. zw. metody stałej.

O powodzeniu każdej metody stanowi prawidłowa pod względem chemicznym ilość stosowanych domieszek utrzymanie wody w ruchu przez odpowiednie mieszadła oraz zachowanie właściwego okresu czasu na przeprowadzenie reakcji chemicznej, wydzielenie osadu i wyklarowanie się wody przed jej zużyciem.

Dotychczas jeszcze pracuje dużo aparatów opartych nazasadzie pracy przerywanej. Pojemność zbiorników waha się pomiędzy 40.000 litr. a 2.000.000 litr. Zasada zostaje bez zmiany i niezależnie od wielkości instalacji można liczyć na pomyślne wyniki. Do mieszania wody służy zazwyczaj sprężone powietrze, które łatwiej daje się zastosować niż mieszadła mechaniczne, które stosować próbowano.

Instalacje, pracujące metodą stałą, składają się z obszernych zbiorników, zbudowanych zazwyczaj ze stali z wewnętrznemi rurami odpowiednich wymiarów, w których przebywa woda w okresie mieszania i przeprowadzania reakcji, co trwa 30 do 45 minut. Woda i domieszki chemiczne mieszane są w tych rurach w pewnym stałym stosunku. Z rur woda opada na dno zbiornika osadowego i stopniowo, zbierając się tam, podnosi się do określonedo poziomu, zanim zostanie odprowadzona do właściwego użytku. Ciężar właściwy strąconego osadu jest znacznie większy niż wody, co pozwala na całkowite wyklarowanie wody w czasie 5 godzin, jeżeli szybkość opadającej w rurach wody nie przewyższa 2.5 m na godzinę i o ile domieszki zastosowane zostały we właściwej ilości, umożliwiającej przeprowadzenie całkowitej reakcji bez wytworzenia niezwiązanego nadmiaru odczynników. Jeżeli klarowanie wody napotyka trudności, stosować można filtry. Filtry składają się zazwyczaj z kilku warstw tkaniny założonych w górnej części zbiornika osadowego, chociaż pewna ilość instalacyj posługuje się również filtrami działającemi na podstawie ciężaru właściwego, albo filtrami piaskowemi, pracującemi pod ciśnieniem. Prowadzone są również doświadczenia nad urządzeniem aparatów bez rur opadowych, w których woda wraz z domieszkami chemicznemi ścieka bez stosowania mieszadeł na dno zbiornika osadowego. Urządzenia tego rodzaju, znane z dawniejszych czasów nie odpowiedziały wówczas pokładanym w nich nadziejom.

W każdej instalacji kolejowej do zmiękczenia wody głównym czynnikiem, od którego zależy całkowicie powodzenie, jest świadoma rzeczy i sumienna kontrola pracy instalacji.

Natura chemiczna wody surowej i zmiękczonej powinna być stale i w dość częstych odstępach czasu badana a ponadto należy zapewnić instalacji niezawodność działania ze strony mechanicznych jej urządzeń. Na linjach kolejowych, prowadzących zmiękczanie wody na większą skalę, należy starannie wypracować właściwe sposoby postępowania. aby możliwie zmniejszyć niezbędne wydatki.

## Oszczędności.

Oszczędności, jakie zapewnia oczyszczanie wody zależą pedewszystkiem od warunków miejscowych. W r. 1914 American Railway Engineering Association opracowało sprawozdanie, z którego wynika, że straty związane z wprowadzeniem do kotła parowego 1 kg osadu, osiadającego w postaci kamienia na płomieniówkach, lub blachach kotła wynoszą 15 centów, biorąc jedynie pod uwagę zużycie paliwa, koszt naprawy kotła oraz zdolność parowozu do pracy. Cyfra ta w przekładzie na warunki współczesne wynosi 28 centów. Badania specjalnej komisji tegoż towarzystwa, przeprowadzone w okresie ostatnich 5 lat potwierdziły, że ostatnio podana cyfra odpowiada rzeczywistości. Nie ulega najmniejszej wątpliwości, że właściwe traktowanie wody usuwa nadmiar osadu, zjawiska korozji i ospy i połączone z niemi zwiększone koszty naprawy oraz że zużycie węgla w czystych i szczelnych kotłach jest znacznie mniejsze niż w kotłach zanieczyszczonych osadem i przepuszczających wodę.

Na linji Chesapeake and Ohio Ry istniało w 1925 r. 30 instalacji, zmiękczających wodę, przy ogólnej ilości 207 stacyj wodnych. 23 instalacje pracowały na zasadzie metody ciągłej pracy, 2 na zasadzie metody przerywanej a 5 z nich stanowiło prymitywne instalacje sodowo-wapienne. — Z 23.224.465.000 litr. wody używanej do wytwarzania pary, 9.447.504.000 litr. czy 40,7% poddawano

zmiękczaniu i usuwano w ten sposób 1.212.055 kg niebezpiecznych, tworzących osad lub powodujących korozje domieszek, przed wprowadzeniem wody do kotła. Ogólny koszt zmiękczania wody łącznie z kosztem materjałów przerobowych, z utrzymaniem, z oprocentowaniem kapitału i z jego amortyzacją wynosił Doll. 103.715 albo przeciętnie 1,2 centów na 1.000 litr. W tem cena domieszek chemicznych stanowiła zaledwie 0,52 centów.

Realna oszczędność w stosunku rocznym dochodzi do Doll. 243,675 co stanowi 67,2% od Doll. 356,323, czyli od kwoty stanowiącej sumę wydatków zakładowych. Oszczędność ta wyniesie około Doll. 480.00 na parowóz zasilany wodą zmiękczoną.

## OSIĄGNIĘTE WYNIKI.

Skrót referatu, wygłoszonego na Zebraniu American, Water Works Association w Buffalo, w czerwcu 1926 roku.

Na C. & N. W. Ry woda do zasilania kotłów parowych oprócz wody pochodzącej z jezior i rzek północnej części stanów Wiskonsin i Michigan wymaga specjalnego traktowania.

Częściowe zmiękczanie wody oraz zmiękczanie wody wewnątrz kotłów stosowane było przez szereg lat. Szeroką działalność w tym kierunku rozpoczęto w 1903 r., kiedy zbudowano 16 instalacyj sodowo-wapiennych w stanie Jowa, odznaczającym się twardą wodą, co pochodzi od znacznych ilości siarczanów magnezu i wapnia (sulphates of magnesia and lime) zawartych w wodzie. Instalacje te zapoczątkowały akcję zmiękczania wody w stanie Jowa. Wzrastając stopniowo, liczba instalacyj kolejowych doszła do 47 stacyj czynnych i 10 znajdujących się w budowie. Oprócz tych stałych instalacyj linja kontynuuje częściowe i wewnętrzne zmiękczanie wody w takich miejscowościach, gdzie odnośne warunki tego wymagają. Instalacje oparte na zasadzie pracy przerywanej były pierwszemi z kolei, jakie zbudowano. W roku 1922 ustawiono pierwszy aparat działający na zasadzie pracy ciągłej.

Sprawozdania o uszkodzeniach kotłów na C. & N. W. Ry. Co za rok 1910 wykazało 2132 wypadki, spowodowane przez szkodliwe właściwości wody. Podobne sprawozdanie za rok 1925 wykazuje zaledwie 37 takich wypadków. Miesięczne zestawienie uszkodzeń kotłów za m. luty 1910 i 1925 roku przedstawia się w sposób następujący:

| Przyczyna wypadku | luty 1910 | luty 1926 |
|---|---|---|
| Nieszczelne płomieniowki | 319 | — |
| Nieszczelna paleniska | 22 | — |
| Nieszczelne rury sklepieniowe | | — |
| Pęknięcia płomieniówek | 3 | — |
| Pęknięcia rur sklepieniowych | 30 | — |
| Pienienie się wody (Foaming) | 17 | — |
| Razem | 391 | 0 |

Linja C. & N. W. Ry. Co. posługuje się obecnie parowozami osobowemi na odcinku Clinton, Jowa do Omaha, Nebraska, wynoszącym 560 km. Parowozy te odbywają codziennie przebieg 1120 km. Linja zachodnich kolei żelaznych posiada parowozy osobowe odbywające przebieg 1000 km bez zmiany parowozu, podczas gdy inna linja przeprowadziła próby obsługiwania jednym parowozem odległości 2735 km przy prowadzeniu pociągu na całej tej odległości.

Łącznie z dokładniejszą kontrolą nad osadami w kotłach parowych zwrócono więcej uwagi na powstawanie ospy na płomieniówkach oraz na korozję blach. Niejedna z prób uzasadnienia tych zjawisk mija się z rzeczywistością. Liczne komisje obradowały na ten temat. Kolejowi inżynierowie nie pozostawali na uboczu, pomimo, że prace ich były poniekąd hamowane przez brak dokładnych danych oraz wobec stale wzrastającej odparowalności kotłów. Kiedy stwierdzono, że usuwającąc osad nie zapobiegamy korozjom rozpoczęto dalsze badania, prowadzone w trzech kierunkach:

1) zastosowanie podgrzewaczy wody w celu wydzielenia tlenu, i dwutlenku węgla

2) zastosowanie przyrządów wytwarzających odmienny potencjał elektryczny

3) metoda nadmiarów.

Dwie pierwsze metody znajdują się w stadjum prób i każda z nich posiada swe zalety i swych zwolenników. Tak zwana metoda nadmiarów wykazała duże widoki na powodzenie w warunkach, w jakich można ją stosować w praktyce kolejowej. Metoda ta w badaniach laboratoryjnych dowiodła, że dodanie nadmiaru sody kaustycznej, wapnia kaustycznego lub węglanu wapnia (caustic soda, caustic lime or sodium carbonate) ponad ilość potrzebną do związania zawartych w wodzie soli wytwarzających osad kotłowy, działa bardzo korzystnie. Powodzenie tej metody polega na równomiernem traktowaniu wody na terenie obsługiwanym przez daną grupę parowozów, aby zmniejszyć pienienie się wody.

W wypadkach, w których można zapewnić taką jednolitość traktowania, wysokie nawet zagęszczenie soli alkalicznych w kotłach bynajmniej nie wywołuje piany.

Linja C. & N. W. Ry. Co posiada pewien odcinek obsługi parowozowej, na którym przeszło 50% wody zawiera ponad 0,86 gr. węglanu sodu na 1 litr. Traktując wodę pozostałych stacyj i doprowadzając ją do podobnego składu, alkaliczność przewyższająca nawet o 8% normalną, nie wywołuje żadnych trudności. Korozje i ospa są na tym odcinku nieznane. Nie trzeba również dodawać, że kotły zachowują zupełną czystość. Dodatkowe instalacje sodowo wapienne zainstalowano na innych odcinkach o ile tylko środki na to pozwalały tak, że w krótkim czasie ten sposób zmiękczania wody stał się ogólnie przyjętym.

Jedna z linji kolejowych, rozporządzająca 7 instalacjami sodowo-wapiennemi w ruchu zmiękcza wodę poniżej 0,0171 gr. na litr, pozostawiając w wodzie pewien nadmiar wapnia i sody aby zapobiedz powstawaniu ospy na płomieniówkach. Pracę zapoczątkowano w 1922 r. i osiągnięto bardzo korzystne wyniki. Woda w kotłach zawiera wszędzie wysokie zagęszczenie soli alkalicznych, co nie powoduje jednak poważniejszych niedogodności.

Gatunek materjałów, stosowanych do budowy kotłów poddano również szczegółowym badaniom. Obecnie większość linij kolejowych posiada ustalone warunki techniczne na stalowe blachy kotłowe. Warunki są ściśle przestrzegane w celu unikania stali niejednolitej, która powoduje reakcje elektrolityczne, prowadzące do korozji.

Ochronne płyty z ołowiu lub t. p. materjałów znalazły również zastosowanie z rozmaitemi wynikami.

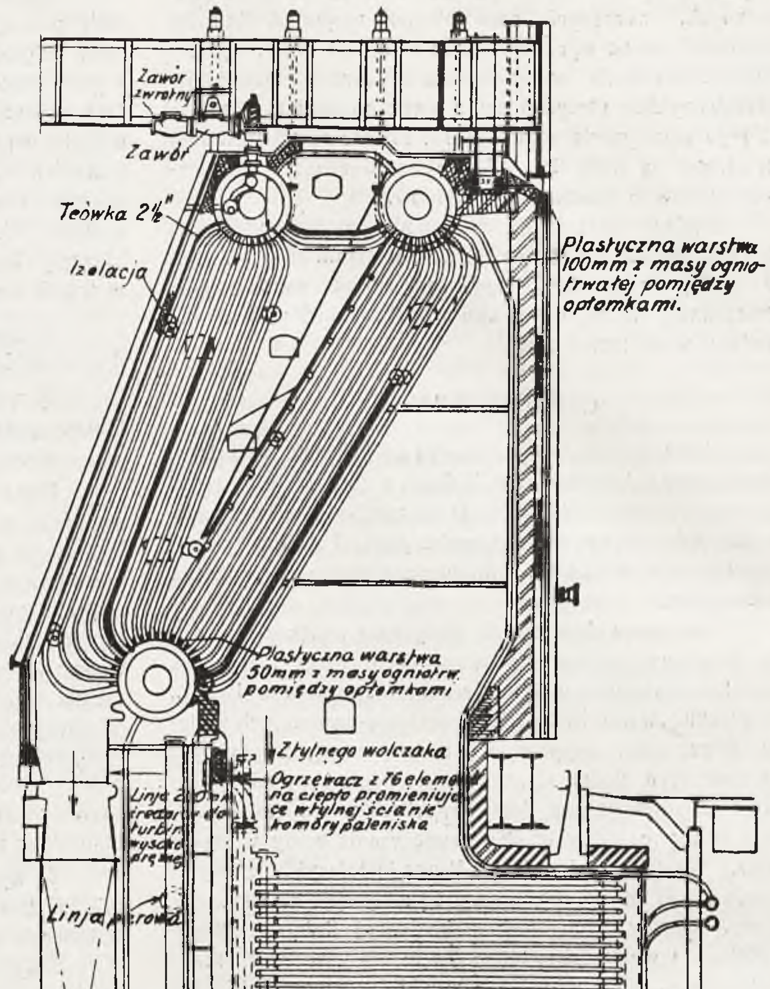
Podczas gdy zasada zmiękczania wody i zapobiegania korozjom może być teoretycznie w bardzo prosty sposób wyłożona, praktyczne zastosowanie teorji nastręcza niejedną trudność. Badanie kotła czynnego parowozu nie może być porównane do badań laboratoryjnych. Piana (foam) i burzenie się wody (priming) są niedopuszczalne. Inżynier, prowadzący badania musi być najzupełniej przeświadczony o ścisłem wykonaniu swych zarządzeń i o ich wartości. Zapewnienia bowiem bezpieczeństwa ruchu pociągów jest jego głównem zadaniem. Postępów badania oczekiwać można jedynie na drodze współpracy wszystkich działów kolejowych.

# KRONIKA TECHNICZNA.

## 1. KOCIOŁ OLBRZYM O 100 AT CIŚNIENIA DLA ELEKTROWNI LAKESIDE.

Firma Milwaukee Electric Railway and Light Co., zamówiła w fabr. Babcock & Wilcox kocioł o ciśnieniu rob. 97,7 at dla swej Centrali Lakeside. Szkic (rys. 1) uwidocznia, że kocioł syst. Stirling'a składa się z trzech walczaków, Części, które znajdują się pod powyższem ciśnieniem posiadają powierzchnię ogrzewalną 2650 m². Walczaki są ze stali, grubość ich ścian wynosi 127 mm; wewn. średnica 1016 mm, zaś długość 12200 mm. Kocioł ma na szerokość 70 rzędów rur o średnicy 75 mm przy grubości ścianek 11 mm. Para nasycona przechodzi z dwuch dysz tylnego górnego walczaka do dwuch przegrzewaczy, typu. Power Speciality Co, ogrzewanych przez promieniowanie. Przegrzewacze stanowią zarazem ściany boczne jamy paleniskowej i powinny doprowadzać temperaturę pary do 382°C. Para przechodzi z przegrzewaczy do turbiny 84,4 at ciśn. roboczego i opuszcza ją przy ciśn. 22,3 at przy 230°C.

Następnie para powraca do przegrzewacza syst. Fostera, który jest również przegrzewaczem ogrzewanym przez promieniowanie i stanowi tylną ścianą jamy paleniskowej, Do spalania pyłu i węgla brunatnego zastosowano palenisko systemu Lopulco. Jama paleniskowa posiada pojemność 852m³, przyczem 3 ściany jamy paleniskowej jak już zaznaczono, tworzą przegrzewacze pary. Ścianę przednią i sklepienie jamy paleniskowej a także przednią ścianę kotła chłodzi woda. Ruszty (Granulier-Rost) stanowią dno jamy paleniskowej. Ściana przednia składa się z rur typu Murray'a.




Rys. 1.

Gazy spalinowe przechodzą kolejno przez trzy przeloty i uchodzą do czopucha po opuszczeniu ostatniego pęczka rur. Czopuch gazów spalinowych dzieli się za kotłem i posiada dwa podgrzewacze powietrza firmy Combustion Engineering Corporation, są to podgrzewacze o powierzchni ogrzewanej po 1965 m². Powietrze przy pełnem obciążeniu powinno być ogrzane do 343° C.

*B. G.*

# Jak zmniejszyć koszty wytwórcze

„Stwierdzono w sposób nieulegający wątpliwości, że przeciętna sprawność kotłów parowych nie przenosi 56%.

Jednocześnie ustalono, że najczęściej bez żadnych kosztów, li tylko dzięki świadomemu swych zadań kierownictwu sprawność tego rodzaju instalacyj doprowadzić można bez trudu do 70% a po zastosowaniu odpowiednich ulepszeń nawet do 80%".

Powtarzamy te słowa, aby zwrócić uwagę naszych czytelników na znaczenie ogłoszeń w piśmie technicznem. Jedynie bowiem w drodze systematycznego przeglądania działu ogłoszeniowego orjentować się możemy w najnowszych pomysłach i urządzeniach, służących do podniesienia sprawności instalacyj cieplnych.

Zapomocą celowo dobranych urządzeń dodatkowych osiągnąć można niejednokrotnie bardzo pomyślne wyniki.

Łamy ogłoszeniowe TECHNIKI CIEPLNEJ są stałą wystawą nowych aparatów i urządzeń.

Warto przeglądowi ich poświęcić trochę czasu.